

**PEMBUATAN *EDIBLE FILM* DARI PATI KULIT SINGKONG MENGGUNAKAN  
PLASTICIZER SORBITOL DENGAN ASAM SITRAT SEBAGAI *CROSSLINKING AGENT***  
(Variasi Penambahan Karagenan dan Penambahan Asam Sitrat)

**Andi Alfian<sup>1</sup>, Dewi Wahyuningtyas<sup>2</sup>, Paramita Dwi Sukmawati<sup>3</sup>**

<sup>1,2</sup>Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri IST AKPRIND Yogyakarta

<sup>3</sup>Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknologi Industri IST AKPRIND Yogyakarta

Email: [andialfian552@gmail.com](mailto:andialfian552@gmail.com)

**ABSTRACT**

*Cassava's bark is a agroindustry wasted which rare being used. Regarding It contained has compact enough nutrition, which is carbohydrate, protein, fiber, calcium, magnesium, phosphor, water content, and 44 – 59 % starch. The content of starch in cassava's bark is quite high to make it as a raw material production of edible film. Edible film is thin layer that made of edible substance which functioned as coating and food packaging. Edible film traits biodegradable and renewable. Thus it is eco friendly and could be alternative choices to replace synthetics plastic which harder. This research aims to learn operational condition of edible film making with cassava's bark starch with addition of carrageenan and citric acid as crosslinking agent. Research method consist of three process, first the making of starch by cassava's bark, second edible film making with addition of carrageenan which, 0,5 gram; 1 gram, 1,5 gram; 2 gram and last edible film making with addition citric acid 1%, which: 5 ml, 10 ml, 15 ml and 20 ml. Result analytic conducted as starch content test, its water test, tensile strength test, swelling test, packaging test and bio degradation test. The starch content test the yield of starch was obtained 5,97 %. Water content test was 11,13 %. Result test with addition of carrageenan attained edible film which tensile strength values 2,6039 MPa, percent value elongations 29,84 %, and best swelling 72,72 %. Result test with addition of citric acid 1 % attained edible film which tensile strength values 2,3069 MPa, percent value elongations 31,88 % and best swelling in 80,56 %. Packaging edible film test in a tomato could endure in eight days from defective caused by microbes. Bio degradation test using EM-4 edible film solution could decipher after 35 – 40 days, thus it could be still eco friendly.*

**Keyword:** *cassava's bark, edible film, carrageenan, citric acid, sorbitol*

**ABSTRAK**

Kulit singkong merupakan limbah argoindustri yang jarang dimanfaatkan dan dibuang begitu saja. Berdasarkan kandungan yang dimiliki, kulit singkong memiliki kandungan gizi yang cukup lengkap seperti karbohidrat, protein, serat, kalsium, magnesium, fosfor, kadar air, dan 44 – 59 % pati. Kadar pati pada kulit singkong yang cukup tinggi ini menjadi peluang untuk pati kulit singkong dapat dijadikan sebagai bahan baku pembuatan *edible film*. *Edible film* adalah lapisan tipis yang terbuat dari bahan yang dapat dikonsumsi yang dapat berfungsi sebagai pelapis dan pengemas produk makanan. *Edible film* bersifat biodegradable dan dapat diperbaharui, sehingga bersifat ramah lingkungan dan dapat menjadi alternatif untuk menggantikan plastik sintetik yang sulit terdegradasi oleh alam. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari kondisi operasi pembuatan *edible film* dari pati kulit singkong dengan variasi penambahan karagenan, dan asam sitrat sebagai *crosslinking agent*. Metode penelitian ini terdiri dari tiga proses, yaitu pembuatan pati dari kulit singkong, pembuatan *edible film* dengan variasi penambahan karagenan yaitu: 0,5 gram; 1 gram; 1,5 gram; 2 gram, dan pembuatan *edible film* dengan variasi penambahan asam sitrat 1 % yaitu: 5 ml, 10 ml, 15 ml, dan 20 ml. Analisis hasil meliputi uji kadar pati, uji kadar air pada pati, uji kuat tarik, uji ketahanan air (*swelling*), uji pengemasan, dan uji biodegradasi. Hasil uji kadar pati diperoleh rendemen sebesar 5,97 %. Hasil uji kadar air pada pati yaitu 11,13 %. Hasil uji dengan variasi penambahan karagenan diperoleh *edible film* dengan nilai kuat tarik terbesar yaitu 2,3069 MPa, nilai persen kemuluran terbesar yaitu 29,84 %, dan nilai ketahanan air terbaik yaitu 72,72 %. Hasil uji dengan variasi penambahan asam sitrat 1 % diperoleh *edible film* dengan nilai kuat tarik terbesar yaitu 2,3069 MPa, nilai persen kemuluran terbesar yaitu 31,88 %, dan nilai ketahanan air terbaik yaitu 80,56 %. Pengujian pengemasan *edible film* pada buah tomat dapat bertahan hingga 8 hari dari kerusakan akibat mikroba. Pengujian biodegradasi menggunakan larutan EM-4 *edible film* dapat terurai setelah 35-40 hari, sehingga masih bersifat ramah lingkungan.

**Kata Kunci:** kulit singkong, *edible film*, karagenan, asam sitrat, sorbitol

## PENDAHULUAN

Singkong dapat diklasifikasikan berdasarkan beberapa hal, seperti warna daging, rasa daging, dan besar kadar racun sianida dalam singkong. Berdasarkan warna daging umbinya, singkong dibedakan menjadi dua macam, yaitu singkong kuning dan singkong putih. Berdasarkan rasa umbinya, singkong dibedakan menjadi dua golongan, yaitu singkong pahit dan singkong manis. Semakin besar kandungan asam sianida, maka rasanya akan semakin pahit (Winarno, 2002). Dari penelitian ini digunakan limbah kulit singkong dari jenis singkong kuning yang diperoleh dari industri pembuatan tape singkong yang berada di Dusun Pronangan, Karangmojo, Purwomartani, Kalasan Sleman.

Kulit singkong adalah limbah argoindustri pengolahan ketela pohon seperti industri tepung tapioka, industri fermentasi, dan industri pokok makanan. Komponen kimia pati pada kulit singkong adalah 44 – 59 % (Nur Richana, 2013). Berdasarkan kandungan yang dimiliki, sangat disayangkan jika kulit singkong dibuang begitu saja. Kulit singkong dapat menjadi produk yang bernilai ekonomis tinggi, antara lain diolah menjadi tepung *mocaf*. Persentase kulit singkong kurang lebih 20 % dari umbinya sehingga per kg umbi singkong menghasilkan 0,2 kg kulit singkong. Pada tahun 2015 produksi singkong di Indonesia menghasilkan lebih dari 24 juta ton singkong per tahun, sedangkan pada tahun 2016, diperkirakan produksi nasional sekitar 27 juta ton (BPS Indonesia, 2016). Semakin tinggi jumlah produksi singkong, maka semakin tinggi pula kulit singkong yang dihasilkan.

Bahan kemasan dari plastik telah menimbulkan permasalahan yang cukup serius. Berdasarkan data statistik Indonesia *Solid Waste Association* (InSWA), jumlah sampah plastik tersebut merupakan 14 % dari total produksi sampah di Indonesia. Meningkatnya jumlah sampah plastik ini menjadi sebuah hal yang dapat mengancam kestabilan ekosistem lingkungan, mengingat plastik yang digunakan saat ini adalah *non-biodegradable* (plastik yang tidak dapat terurai secara biologis). Sehingga perlu adanya alternatif lain sebagai pengganti plastik sintetis. *Edible film* merupakan alternatif karena bersifat *biodegradable* sekaligus bertindak sebagai *barrier* terhadap transfer massa (misalnya kelembaban, oksigen, lipid, cahaya dan zat terlarut), sebagai *carrier* bahan makanan dan bahan tambahan, serta untuk mempermudah penanganan makanan (Krochta, 1992). Penggunaan *edible film* untuk pengemasan produk-produk pangan seperti sosis, buah-buahan dan sayuran segar dapat memperlambat penurunan mutu, karena *edible*

*film* dapat berfungsi sebagai penahan difusi gas oksigen, karbon dioksida, dan uap air serta komponen *flavour*, sehingga mampu menciptakan kondisi atmosfer internal sesuai dengan kebutuhan produk yang dikemas (Krochta dan Johnston, 1997).

Perbaikan sifat pada *edible film* yang dihasilkan dapat dilakukan modifikasi dengan penambahan karagenan dan modifikasi kimia seperti *crosslinking agent* pada variasi penambahan tertentu. Karagenan adalah hidrokoloid yang potensial untuk dibuat *edible film* karena sifatnya yang dapat membentuk gel, stabil, serta dapat dimakan. Karagenan memiliki kemampuan untuk membentuk gel secara *thermoreversible* atau larutan kental jika ditambahkan ke dalam larutan garam sehingga banyak dimanfaatkan sebagai pembentuk gel, pengental, dan bahan penstabil di berbagai industri seperti pangan, farmasi, kosmetik, percetakan, dan tekstil (Diharmi et al., 2011 dalam Ihsan, 2016). *Crosslink* adalah ikatan-ikatan yang menghubungkan suatu rantai polimer dengan rantai polimer lain. Ketika rantai polimer bergabung karena adanya *crosslinks*, maka rantai polimer tersebut akan kehilangan sebagian kemampuannya untuk bergerak seperti rantai polimer individunya (Lisensi Dokumen Bebas GNU, 2008 dalam Rachmah, 2012). Tujuan dari penelitian ini adalah mempelajari pengaruh penambahan karagenan dan penambahan asam sitrat terhadap sifat mekanis *edible film*, serta untuk membandingkan kualitas *edible film* yang terbentuk dengan kualitas standar *film*.

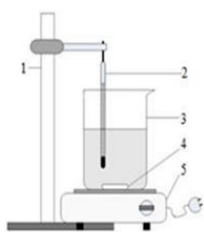
## METODE PENELITIAN

### 1. Ruang Lingkup Penelitian

Jenis penelitian ini bersifat eksperimen dengan variasi penambahan karagenan dan penambahan asam sitrat. Analisis hasil penelitian meliputi uji analisis kadar pati, analisis kadar air pada pati, kuat tarik, *swelling*, biodegradasi, serta uji pengemasan.

### 2. Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah spatula, wadah plastik, oven, pengayak mesh, saringan, pipet volume, pipet tetes, *square teflon*, timbangan digital, mortar, *hot plate*, alat uji kuat tarik (UTI) dan rangkaian alat pembuatan *edible film* yang ditunjukkan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Rangkaian Alat Pencampuran Bahan

Keterangan:

1. Statif
2. Termometer
3. Gelas beaker
4. *Magnetic stirrer*
5. *Hotplate*

### 3. Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu kulit singkong, sorbitol ( $C_6H_{14}O_6$ ), aquadest, asam sitrat ( $C_6H_8O_7$ ), air, dan karagenan ( $C_{12}H_{14}O_5(OH)_4$ )

### 4. Variable Penelitian

Dalam melakukan penelitian ini terdapat dua variabel yang digunakan pada proses pembuatan *edible film* yaitu penambahan karagenan sebanyak 0,5 gram (F1); 1 gram (F2); 1,5 gram (F3); 2 gram (F4), dan penambahan asam sitrat 1 % sebanyak 5 ml (P1), 10 ml (P2), 15 ml (P3), dan 20 ml (P4).

### 5. Prosedur Penelitian

#### a. Observasi Lapangan

Observasi lapangan ini bertujuan untuk melihat lokasi pengambilan kulit singkong yang belum dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar. Lokasi pengambilan kulit singkong berasal dari industri tape singkong yang berada di Dusun Pronanggan, Karangmojo, Purwomartani, Kalasan, Sleman.

#### b. Pembuatan Pati Kulit Singkong

Kulit singkong 100 gram dicuci menggunakan air yang mengalir dan dilakukan perendaman menggunakan air yang setiap 15 menit diganti sampai warna air rendaman agak jernih kemudian direndam menggunakan air selama 24 jam. Tujuan dilakukan pencucian dan perendaman ini untuk menghilangkan kotoran yang melekat pada kulit singkong. selain itu juga bertujuan untuk mengurangi kadar HCN yang ada dikulit singkong, serta untuk mengurangi getah yang melekat dan mengurangi rasa getas pada kulit singkong. Kemudian dilakukan proses penghancuran kulit singkong dengan menggunakan blender dan ditambahkan 100 ml air untuk mempermudah proses penghancuran. Bubur kulit singkong yang telah didapat kemudian disaring dan dibiarkan selama 30 menit untuk mendapatkan endapan dari bubur kulit singkong. Setelah 30 menit endapan dipisahkan dari air, kemudian endapan yang diperoleh dijemur dengan sinar matahari langsung selama beberapa hari sekitar 1-2

hari. Kemudian dikeringkan agar pati kering sempurna menggunakan oven pada suhu 70 °C selama 30 menit. Setelah didapat pati kering dari persiapan bahan baku, untuk selanjutnya proses pembuatan *edible film*.

#### c. Pembuatan *Edible Film*

*Edible film* dari kulit singkong dibuat dengan melarutkan 3 gram pati kulit singkong dan 2 ml sorbitol dalam aquades 70 ml, serta ditambahkan formulasi karagenan dengan variasi tertentu. Campuran ditambahkan asam sitrat sesuai dengan formulasinya dengan konsentrasi 1 % (% b/v) pada saat suhu 70 °C untuk meningkatkan kestabilan. Kemudian campuran dipanaskan pada suhu 70-80 °C sambil dilakukan pengadukan selama 45 menit dan kecepatan pengadukan 150 rpm. Pencetakan dilakukan dengan menuang larutan ke dalam cetakan teflon *square*. Kemudian larutan dikeringkan dengan oven suhu 60 °C selama 14 jam hingga membentuk lapisan tipis (*edible film*). Hasil sampel *edible film* kemudian dilakukan tahap analisis.

### 6. Tahap Analisis *Edible Film*

#### a. Analisis Kadar Pati

Pengujian dilakukan dengan cara perhitungan rendemen yang dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{a}{b} \times 100\%$$

Dengan

a = berat pati kering (gram)

b = berat kulit singkong (gram)

#### b. Analisis Kadar Air pada Pati

Pengujian ini dilakukan dengan metode gravimetri yaitu dengan cara menimbang berat pati awal 3 gram, kemudian dilakukan proses pengeringan pati menggunakan oven pada suhu 105 °C selama 15 menit. Kemudian dimasukkan kedalam desikator selama 10 menit untuk selanjutnya ditimbang kembali. Lakukan pengulangan proses tersebut hingga diperoleh berat pati konstan. Kadar air dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{(a + b) - c}{b} \times 100\%$$

Dengan

a = berat cawan kosong (gram)

b = berat sampel (gram)

c = berat akhir (gram)

#### c. Analisis Sifat Mekanik *Film*

Pengujian dilakukan dengan prosedur ASTM 882-91 di Laboratorium Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada. Kuat tarik dan persentase *elongation of break* diukur dengan menggunakan *Universal Testing Instrument* (UTI).

#### d. Uji Ketahanan Air (*Swelling*)

*Edible film* dipotong berukuran 2x2 cm dan ditimbang berat awal ( $W_0$ ). Kemudian dimasukkan kedalam wadah yang berisi aquadest 15 ml selama 10 menit. Sampel diangkat dan air di permukaan *film* dihilangkan dengan tisu, setelah itu dilakukan penimbangan. Penimbangan dan perendaman diulang sampai berat akhir konstan. Selanjutnya ketahanan air dihitung dengan rumus:

$$(\%) = \frac{W}{W_0} \times 100\%$$

Dengan

$W$  = perubahan berat (gram)

$W_0$  = berat awal (gram).

#### e. Uji Pengemasan

*Edible film* yang sudah terbentuk diuji coba dengan membungkus buah tomat. Dua buah tomat dipilih dengan kesamaan fisik dan umur buah. Satu tomat dibiarkan diudara terbuka dan satu tomat lagi dibungkus dengan *edible film*. Kemudian dilakukan pengamatan selama 8 hari hingga terjadi perubahan.

#### f. Uji Biodegradasi

Uji biodegradasi berfungsi untuk mengetahui lama waktu *edible film* dapat terurai. Pengujian dilakukan dengan cara *edible film* yang sudah terbentuk dipotong dengan ukuran 3x3 cm kemudian masukkan bioaktivator EM-4 kedalam cawan porselen kemudian amati perubahan sampai *edible film* benar-benar terurai atau hancur selama berapa hari.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 1. Hasil Pati Kulit Singkong dan *Edible Film*

Pada proses pembuatan pati kulit singkong diperoleh hasil rendemen pati sebesar 5,97 %, pati yang dihasilkan berupa serbuk halus berwarna coklat terang (*cream*) yang terbuat dari kulit singkong bagian dalam. Proses pembuatan *edible film* dilakukan di Laboratorium Proses Kimia Institut Sains dan Teknologi AKPRIND. Hasil akhir pembuatan *edible film* dari pati kulit singkong dengan variasi karagenan dan asam sitrat diperoleh lapisan tipis berwarna kecoklatan. Hasil pati kulit singkong dan *edible film* dari pati kulit singkong ditunjukkan pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Pati Kulit Singkong (kiri) dan Hasil *Edible Film* (kanan)

#### 2. Hasil Analisis Kadar Air pada Pati Kulit Singkong

Pengujian analisis kadar air pada pati kulit singkong dilakukan di Laboratorium Kimia Organik Institut Sains dan Teknologi AKPRIND Yogyakarta dengan menggunakan metode gravimetri. Analisis kadar air dilakukan untuk mengetahui jumlah air yang terkandung didalam bahan pangan yang dalam hal ini adalah pati kulit singkong. Setelah dilakukan pengujian diperoleh hasil kadar air pada pati kulit singkong sebesar 11,13 %. Nilai kadar air pada pati singkong menurut SNI 01-3451-1994 yaitu maksimal sebesar 15 %, sehingga kadar air pada pati kulit singkong yang telah dibuat masih memenuhi standar.

Perbedaan tinggi rendahnya dalam kadar air pada pati disebabkan oleh proses pengeringan yang berbeda, baik metode maupun waktu pengeringan dapat berpengaruh secara signifikan terhadap jumlah kadar air pati yang dikeringkan (Setiani *et al.* 2013). Kadar air berpengaruh pada masa simpan pati sebagai bahan dasar *edible film*. Semakin tinggi kadar air pada pati maka masa simpan pati akan semakin pendek sehingga akan semakin cepat terkontaminasi oleh mikroba sehingga disarankan untuk tidak terlalu lama disimpan sehingga pati kulit singkong tetap ideal digunakan sebagai bahan dasar *edible film*.

#### 3. Pengaruh Penambahan Karagenan terhadap Sifat Mekanik *Film*

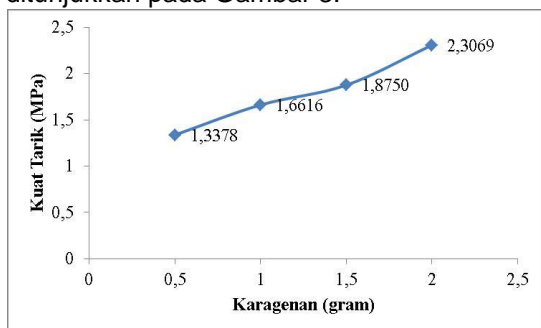
Sifat-sifat mekanik pada *edible film* yang diuji meliputi kuat tarik (*tensile strength*) dan persen kemuluran (*elongation*). Pengujian dilakukan di Laboratorium Rekayasa Fakultas Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian Universitas Gadjah Mada (UGM). Data sifat mekanik *edible film* ditunjukkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Data Sifat Mekanik *Edible Film*

| Karagenan (gram) | Kuat Tarik (MPa) | Elongasi (%) |
|------------------|------------------|--------------|
| 0,5 (F1)         | 1,3378           | 23,23        |
| 1,0 (F2)         | 1,6616           | 19,04        |
| 1,5 (F3)         | 1,8750           | 27,76        |
| 2,0 (F4)         | 2,3069           | 29,84        |

**4. Kuat Tarik (*Tensile Strength*)**

Kuat tarik (*tensile strength*) merupakan nilai hasil pengujian kekuatan (daya tahan) maksimum *film* setelah diberikan gaya tarik agar merenggang sampai putus (Krochta dan Johnson, 1997 dalam Handito, 2011). Parameter ini menggambarkan daya maksimum yang terjadi pada *film* selama pengujian berlangsung. Hasil uji kuat tarik pada *film* dengan variasi asam sitrat ditunjukkan pada Gambar 3.



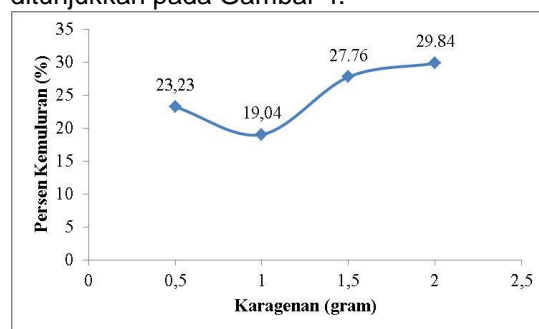
**Gambar 3.** Hasil Uji Kuat Tarik pada *Film* dengan Variasi Penambahan Karagenan

Gambar 3 menunjukkan bahwa nilai kuat tarik tertinggi dimiliki oleh *edible film* dengan penambahan karagenan sebanyak 2 gram dengan kuat tarik sebesar 2,3069 MPa, sedangkan nilai kuat tarik terendah dimiliki oleh *edible film* dengan penambahan karagenan sebanyak 0,5 gram dengan kuat tarik sebesar 1.3378 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan jumlah karagenan dalam larutan *edible film* menyebabkan ikatan antar molekul penyusun *edible film* meningkat, sehingga menghasilkan larutan *edible film* yang semakin kompleks dengan ditandai oleh nilai kuat tarik yang semakin besar. Karena karagenan mampu membentuk matriks polimer yang kuat dan menjadikan kekuatan tarik antarmolekul semakin kuat pada *edible film* (Krochta dan Johnson, 1997). Faktor lain yang menyebabkan kenaikan nilai kuat tarik adalah kandungan polisakarida pada pati, hal ini didukung dengan penelitian dari Kester dan Fennema (1989) yang menyatakan bahwa polisakarida pada pati dalam formula *edible film* berfungsi sebagai pembentuk matriks dan pemberi sifat kohesi struktural. Kohesi struktural yaitu kemampuan polimer untuk membentuk kuat tidaknya ikatan molekul rantai polimer. Jenis bahan pembentuk dan sifat

kohesi struktural menentukan kekuatan mekanik *edible film* (Gontard *et al.*, 1993).

**5. Persen Kemuluran (*Elongation*)**

Persen kemuluran (*elongation*) merupakan nilai hasil pengujian kemampuan *film* untuk melakukan perpanjangan (elastisitas) (Krochta dan Mulder Johnson, 1997 dalam Handito, 2011). Parameter ini menggambarkan perubahan panjang maksimum yang terjadi pada *film* selama pengujian berlangsung. Hasil uji persen kemuluran pada *film* dengan variasi asam sitrat ditunjukkan pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Hasil Uji Persen Kemuluran pada *Film* dengan Variasi Penambahan Karagenan

Gambar 4 menunjukkan bahwa persen pemanjangan *edible film* meningkat pada penambahan karagenan sebanyak 0,5; 1,5; 2 gram tetapi menurun pada penambahan karagenan sebanyak 1 gram dengan nilai persen pemanjangan sebesar 19,04 %. Penyimpangan terjadi dikuatkan dengan penelitian Wulansari (2016) yang menyatakan bahwa proses pencampuran larutan yang kurang homogen sehingga penyisipan bahan pemlastis ke dalam matriks *edible film* komposit belum berlangsung sempurna dan persen pemanjangan yang dihasilkan tidak maksimal. Akan tetapi, *edible film* yang dihasilkan tetap memiliki persen pemanjangan yang kecenderungannya naik didukung dengan penelitian Supeni (2012) yang menyatakan bahwa adanya interaksi antar molekul karagenan menyebabkan *film* semakin elastis sehingga tingkat elongasi akan bertambah besar.

**6. Pengaruh Penambahan Asam Sitrat 1 % terhadap Sifat Mekanik *Film***

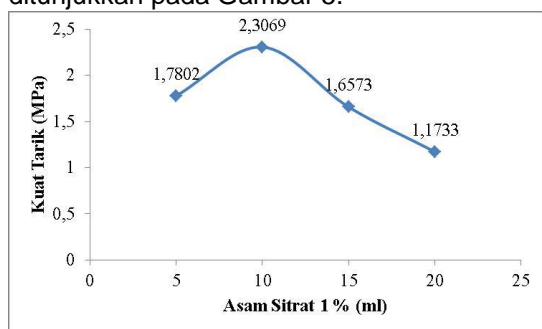
Sifat-sifat mekanik pada *edible film* yang diuji meliputi kuat tarik (*tensile strength*) dan persen pemanjangan (*elongation*). Pengujian dilakukan di Laboratorium Rekayasa Fakultas Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian Universitas Gadjah Mada (UGM). Data sifat mekanik *edible film* ditunjukkan pada Tabel 4.

**Tabel 2.** Data Sifat Mekanik *Edible Film*

| Asam Sitrat 1 % | Kuat Tarik (MPa) | Elongasi (%) |
|-----------------|------------------|--------------|
| 5 ml (P1)       | 1,7802           | 31,88        |
| 10 ml (P2)      | 2,3069           | 29,84        |
| 15 ml (P3)      | 1,6573           | 28,95        |
| 20 ml (P4)      | 1,1733           | 22,78        |

**7. Kuat Tarik (*Tensile Strength*)**

Kuat tarik (*tensile strength*) merupakan nilai hasil pengujian kekuatan (daya tahan) maksimum *film* setelah diberikan gaya tarik agar merenggang sampai putus (Krochta dan Mulder Johnson, 1997 dalam Handito, 2011). Parameter ini menggambarkan daya maksimum yang terjadi pada *film* selama pengujian berlangsung. Hasil uji kuat tarik pada *film* dengan variasi asam sitrat ditunjukkan pada Gambar 5.



**Gambar 5.** Hasil Uji Kuat Tarik pada *Film* dengan Variasi Penambahan Asam Sitrat 1 %

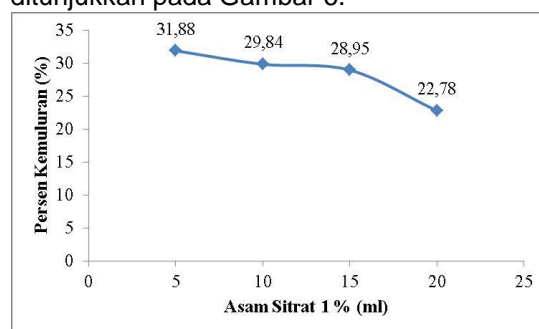
Gambar 5 menunjukkan bahwa nilai kuat tarik tertinggi dimiliki oleh *edible film* dengan penambahan konsentrasi asam sitrat 1 % sebanyak 10 ml dengan kuat tarik sebesar 2,3069 MPa, sedangkan nilai kuat tarik terendah dimiliki oleh *edible film* dengan penambahan konsentrasi asam sitrat 1 % sebanyak 20 ml dengan kuat tarik sebesar 1,1733 MPa. Pada umumnya semakin besar konsentrasi penambahan asam sitrat sebagai *crosslinking agent* akan menyebabkan meningkatnya kuat tarik pada *edible film*.

Menurut Olivato *et al.* (2012) dan Ghanbarzadeh *et al.* (2011) adanya gugus baru (gugus karboksil dan ester) dalam *film* yang berikatan dengan gugus hidroksil dalam pati akan mampu meningkatkan kekompakan molekul polimer yang akan meningkatkan kuat tarik *edible film*. Namun, pada hasil pengujian menunjukkan bahwa terjadi penurunan kuat tarik *edible film* pada penambahan Asam Sitrat 1 % sebanyak 15 ml dan 20 ml dikarenakan pada batasan tertentu penambahan asam sitrat akan menurunkan nilai kuat tarik karena sisa asam sitrat pada larutan *edible film* dapat mengurangi interaksi antarmolekul pati dan

dapat berperan sebagai *plasticizer* (Ghanbarzadeh *et al.*, 2011).

**8. Persen Kemuluran (*Elongation*)**

Persen kemuluran (*elongation*) merupakan nilai hasil pengujian kemampuan *film* untuk melakukan perpanjangan (elastisitas) (Krochta dan Mulder Johnson, 1997 dalam Handito, 2011). Parameter ini menggambarkan perubahan panjang maksimum yang terjadi pada *film* selama pengujian berlangsung. Hasil uji persen kemuluran pada *film* dengan variasi asam sitrat ditunjukkan pada Gambar 6.



**Gambar 6.** Hasil Uji Persen Kemuluran pada *Film* dengan Variasi Penambahan Asam Sitrat 1 %

Gambar 6 menunjukkan bahwa nilai persen pemanjangan tertinggi dimiliki oleh *edible film* dengan penambahan konsentrasi asam sitrat 1 % sebanyak 5 ml dengan persen pemanjangan sebesar 31,88 %, sedangkan nilai persen pemanjangan terendah dimiliki oleh *edible film* dengan penambahan konsentrasi asam sitrat 1 % sebanyak 20 ml dengan persen pemanjangan sebesar 22,78 %. Hal ini membuktikan bahwa semakin besar penambahan konsentrasi asam sitrat, maka persen pemanjangan pada *edible film* yang dihasilkan akan semakin rendah. Sebagai *crosslinking agent* asam sitrat akan membentuk ikatan hidrogen antarmolekul yang memunculkan gugus ester, namun karena konsentrasi penambahan asam sitrat yang berlebihan menyebabkan penurunan nilai persen kemuluran (Olivato *et al.*, 2012). Hal ini diakibatkan karena penambahan konsentrasi asam sitrat yang berlebih akan menghasilkan residu dari asam sitrat yang dapat melemahkan struktur pembentuk *film* sehingga *edible film* yang dihasilkan menjadi rapuh (Ghanbarzadeh *et al.*, 2011).

**9. Pengaruh Penambahan Karagenan pada Uji Swelling *Edible Film* dengan Variabel Tetap Konsentrasi Asam Sitrat 1 % 10 ml**

Pengujian ketahanan air (*swelling*) dilakukan di Laboratorium Operasi Teknik

Kimia Institut Sains dan Teknologi AKPRIND Yogyakarta

**Tabel 3.** Data Pengujian Ketahanan Air (*Swelling*) *Edible Film*

| Karagenan (gram) | A1 (%) | A2 (%) | A (%) |
|------------------|--------|--------|-------|
| 0,5 (F1)         | 68,18  | 77,27  | 72,72 |
| 1,0 (F2)         | 53,57  | 79,46  | 66,51 |
| 1,5 (F3)         | 70,27  | 67,56  | 68,91 |
| 2,0 (F4)         | 53,84  | 71,59  | 62,72 |

Tabel 3 menunjukkan bahwa ketahanan air tertinggi pada *edible film* diperoleh pada perlakuan penambahan karagenan sebanyak 0,5 gram yaitu sebesar 72,72 %, dan ketahanan air terendah pada *edible film* diperoleh pada perlakuan penambahan karagenan sebanyak 2 gram yaitu sebesar 62,72 %. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tingkat daya serap air pada *edible film* mengalami naik turun hal ini dikarenakan faktor penguangan larutan *edible film* pada *square teflon* yang tidak merata yang mengakibatkan ketebalan pada *edible film* tidak merata. Pada umumnya semakin banyak penambahan karagenan pada pembuatan *edible film* akan menyebabkan kenaikan ketebalan *film* akibat peningkatan jumlah total massa yang terlarut pada *film* (Ariska dan Suyatno, 2015). Ketebalan berpengaruh terhadap ketahanan air yang dihasilkan, semakin tebal dan rapat matriks *film* yang terbentuk dapat mengurangi laju transmisi uap air karena sulit untuk ditembus uap air (Liu dan Han, 2005 dalam Putri dan Kusumawati, 2013).

**10. Pengaruh Penambahan Asam Sitrat 1 % pada Uji *Swelling* *Edible Film* dengan Variabel Tetap Karagenan 2 gram**

Pengujian ketahanan air (*swelling*) dilakukan di Laboratorium Operasi Teknik Kimia Institut Sains dan Teknologi AKPRIND Yogyakarta.

**Tabel 4.** Data Pengujian Ketahanan Air (*Swelling*) *Edible Film*

| Asam Sitrat 1 % | A1 (%) | A2 (%) | A (%) |
|-----------------|--------|--------|-------|
| 5 ml (P1)       | 77,90  | 70,34  | 74,12 |
| 10 ml (P2)      | 53,84  | 71,59  | 62,72 |
| 15 ml (P3)      | 81,45  | 79,47  | 80,46 |
| 20 ml (P4)      | 59,02  | 64,58  | 61,80 |

Tabel 4. menunjukkan bahwa ketahanan air tertinggi pada *edible film* diperoleh pada perlakuan penambahan konsentrasi asam sitrat 1 % sebanyak 15 ml yaitu sebesar 80,46 %, dan ketahanan air terendah pada *edible film* diperoleh pada

perlakuan penambahan konsentrasi asam sitrat 1 % sebanyak 20 ml yaitu sebesar 61,80 %. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tingkat daya serap air pada *edible film* mengalami naik turun dikarenakan faktor penguangan larutan *edible film* pada *square teflon* yang tidak merata yang mengakibatkan ketebalan pada *edible film* tidak merata. Menurut Ghanbarzadeh *et al.* (2011) penambahan asam sitrat pada pembuatan *edible film* dari pati hingga konsentrasi 10 % mampu menurunkan daya serap *edible film*, namun pada penambahan lebih dari 10 % terjadi peningkatan daya serap *edible film*. Hal ini disebabkan karena konsentrasi asam sitrat yang berlebih menyebabkan sulit terjadi interaksi asam sitrat dengan molekul pati. Selain itu, terjadinya interaksi dengan air dapat mengganggu ikatan yang terbentuk antara asam sitrat dengan molekul pati yang dapat mengurangi kestabilan molekul pati dan menyebabkan terjadinya peningkatan daya serap *edible film*. Faktor lain yang juga dapat menyebabkan daya serap *edible film* mengalami naik turun yaitu faktor temperatur pengeringan, hal ini terjadi didukung dengan penelitian Kanani *et al.* (2017) yang menyatakan bahwa temperatur pengeringan sangat berpengaruh karena tingginya temperatur pengeringan yang digunakan akan mempengaruhi besarnya kandungan air yang dapat dihilangkan dari *edible film*.

**11. Hasil Uji Pemanfaatan *Edible Film* sebagai Pembungkus Buah**

Pengujian *edible film* sebagai pembungkus buah dilakukan selama beberapa dengan buah tomat sebagai sampel uji. Buah tomat digunakan sebagai sample uji yang akan dibungkus menggunakan *edible film*, untuk diketahui pemanfaatan *edible film* dalam memperlama ketahanan buah dari terjadinya kerusakan berupa pembusukan. Buah tomat dipilih sebagai sample uji karena buah tomat memiliki kadar air yang cukup tinggi (> 93 %) sehingga tergolong komoditas yang sangat mudah rusak (Purwadi *et al.*, 2007). Menurut Purwadi *et al.*, (2007) buah tomat matang akan menjadi rusak yakni setelah 3 – 4 hari penyimpanan pada suhu kamar sehingga tanpa adanya penanganan khusus umur simpan buah tomat relatif singkat atau pendek. Hasil pengujian *edible film* sebagai pembungkus buah tomat ditunjukkan pada Tabel 5.

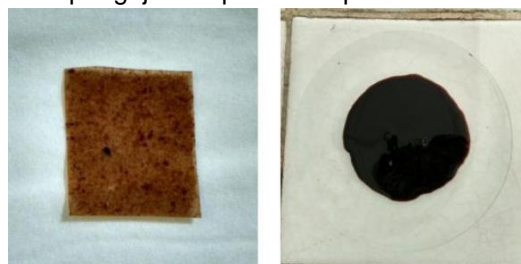
**Tabel 5.** Hasil pengujian *Edible Film* sebagai Pembungkus Buah Tomat

| Gambar  | Hari ke - | Keterangan   |
|---|-----------|--|
|    | 1         | Penampakan dua buah tomat, satu buah tomat akan dibungkus dengan <i>edible film</i> dan satu buah lagi dibiarkan di udara terbuka.   |
|    | 1         | Buah tomat yang ada di sebelah kiri dibungkus dengan <i>edible film</i> .  |
|    | 3         | Belum terjadi perubahan pada buah tomat yang tidak dibungkus dan dibiarkan di udara terbuka.   |
|  | 5         | Mulai terjadi pembusukan pada buah tomat yang tidak dibungkus dan dibiarkan di udara terbuka, sehingga diputuskan untuk membuka kemasan <i>edible film</i> pada buah tomat |
|  | 5         | Setelah kemasan dibuka, belum terjadi pembusukan terhadap buah tomat yang dikemas, hanya saja buah tomat yang dikemas berubah warna menjadi lebih jingga atau oranye.      |
|  | 8         | Belum terjadi pembusukan pada buah tomat yang dikemas, namun mulai muncul bintik bintik berwarna kehitaman pada buah tomat yang menjadi awal mula pembusukan               |

Tabel 5 menunjukkan hasil pengujian yang dilakukan selama 8 hari membuktikan bahwa *edible film* dapat digunakan untuk memperlama ketahanan buah tomat dari terjadinya kerusakan atau pembusukan. Hal ini dikarenakan *edible film* dapat menghambat difusi oksigen dan uap air kedalam bahan yang akan dilapisi, sehingga dapat menghambat pembusukan oleh mikroba dan keamanannya untuk dikonsumsi. (Saleh *et al.*, 2017). Hal ini juga didukung oleh penelitian Krochta dan Johnson (1997) yang menyatakan bahwa penggunaan *edible film* untuk pengemasan produk-produk pangan seperti sosis, buah-buahan dan sayuran segar dapat memperlambat penurunan mutu, karena *edible film* dapat berfungsi sebagai penahan difusi gas oksigen, karbon dioksida, dan uap air serta komponen flavor, sehingga mampu menciptakan kondisi atmosfer internal sesuai dengan kebutuhan produk yang dikemas.

### 12. Hasil Uji Biodegradasi terhadap *Edible Film*

Pengujian biodegradasi terhadap *edible film* dilakukan di Laboratorium Proses Kimia Institut Sains dan Teknologi AKPRIND. Uji biodegradasi dilakukan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan sample *film* sampai mengalami degradasi. Sample uji yang digunakan adalah *edible film* dengan variasi penambahan karagenan sebanyak 2 gram . Sampel uji direndam didalam larutan EM-4 (*Effective Microorganism 4*) dalam waktu tertentu hingga mengalami proses peruraian. Hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 8.



**Gambar 8.** *Edible Film* sebelum degradasi (kiri) dan setelah degradasi (kanan).

Berdasarkan hasil uji biodegradasi diperoleh hasil pengamatan pada *edible film* sampai seluruh bagian *edible film* terurai atau terdegradasi secara sempurna berkisar antara 35 – 40 hari. Hal ini dikarenakan EM-4 mengandung bakteri yang digunakan untuk fermentasi dari genus *Lactobacillus*, *actinomyces* bakteri fotosintetik, bakteri pelarut fosfat, dan ragi. Proses biodegradasi ini melalui proses secara anaerobik dan aerobik. Menurut Surdia (2000), degradasi polimer digunakan untuk menyatakan perubahan fisik akibat reaksi kimia yang



mencakup pemutusan ikatan inti molekul *edible film* dari makro molekul. Saat degradasi berlangsung, terjadi proses hidrolisis yang mengakibatkan matriks polimer dengan gugus hidroksil yang lebih banyak dapat semakin cepat terdekomposisi menjadi potongan kecil yang semakin lama akan hancur terurai.

Pati kulit singkong merupakan polimer alam yang memiliki sifat mudah terdegradasi oleh alam dan bakteri bakteri pembusuk lainnya. Hal ini diperkuat oleh penelitian Mulyadi, *et al.* (2013) yang menyatakan bahwa *edible film* berbahan dasar pati dapat terdegradasi dengan mudah oleh bakteri dengan cara memutus rantai polimer menjadi monomer-monomernya. *Edible film* berbahan dasar pati kulit singkong dengan penambahan karagenan, sorbitol sebagai *platicizer*, dan asam sitrat sebagai *crosslinking agent* ini terbukti ramah lingkungan bila dibandingkan dengan plastik sintesis yang baru terdegradasi selama 50 tahun.

### 13. Perbandingan *Edible Film* Standar dengan Hasil Penelitian

Berdasarkan dari hasil pengujian, dilakukan perbandingan nilai hasil penelitian dengan standar *edible film* (JIS, 1975 dalam Krochta, 1997) dan hasil penelitian lainnya yang mengacu pada pembuatan *edible film* dari berbagai metode dan bahan ditunjukkan pada Tabel 6.

**Tabel 6.** Perbandingan Standar dengan Hasil Penelitian

| Jenis Data  | Sifat Mekanik    |                              |
|---|------------------|------------------------------|
|   | Kuat Tarik (MPa) | Elongasi (%)                 |
| Nilai Standar JIS   | 3,92266          | Jelek < 10 %<br>Bagus > 50 % |
| Hasil Penelitian  | 1,1733 – ,3069   | 19,04 – 31,88                |
| <i>Edible Film</i> dari Pati Bonggol Pisang dan Karagenan, Ariska dan Suyatno (2015)                    | 2,2167 – ,4561   | 3,96 – 23,43                 |
| <i>Edible Film</i> dari Pati Singkong Utuh dengan <i>Crosslinking</i> Asam Sitrat, Kawijja et al (2017) | 0,1207 – ,9007   | 21,87 – 145,98               |
| Sintesis dan Karakteristik  | 0,012 – 0,587    | 0,389 – 24,845               |

|  |  |  |
|--|--|--|
| <i>Edible Film</i> dari Pati Kulit Pisang dengan Penambahan Lilin Lebah ( <i>Beeswax</i> ), Herawan (2015) |  |  |
|--|--|--|

### KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu sebagai berikut:

1. Dari proses pembuatan pati kulit singkong dihasilkan pati berupa serbuk halus berwarna coklat terang (*cream*), dengan hasil uji kadar rendemen pati (%) pada kulit singkong diperoleh sebesar 5,97 %.
2. Dari proses uji kadar air menggunakan metode gravimetri diperoleh hasil uji kadar air (%) pada pati kulit singkong sebesar 11,13 %.
3. Pada penambahan jumlah karagenan dapat berpengaruh terhadap sifat mekanik *edible film*. Nilai kuat tarik tertinggi terdapat pada penambahan karagenan sebanyak 2 gram yaitu sebesar 2,3069 MPa sedangkan nilai persen kemuluran (elongasi) tertinggi terdapat pada penambahan karagenan 2 gram yaitu sebesar 29,84 %. Nilai ketahanan air (*swelling*) tertinggi sebesar 72,72 % pada penambahan karagenan sebanyak 0,5 gram.
4. Pada penambahan volume asam sitrat 1 % dapat berpengaruh terhadap sifat mekanik *edible film*. Semakin banyak penambahan volume dalam pembuatan *edible film* maka dapat menurunkan nilai kuat tarik dan nilai persen kemuluran (elongasi) pada *edible film* meskipun pada penambahan asam sitrat 1 % sebanyak 10 ml mengalami peningkatan nilai kuat tarik. Nilai kuat tarik tertinggi terdapat pada penambahan asam sitrat 1 % sebanyak 10 ml yaitu sebesar 2,3069 MPa sedangkan nilai persen kemuluran (elongasi) tertinggi terdapat pada penambahan asam sitrat 1 % sebanyak 5 ml yaitu sebesar 31,88 %. Nilai ketahanan air (*swelling*) tertinggi sebesar 80,46 % pada penambahan asam sitrat 1 % sebanyak 15 ml.
5. Dari proses uji pengemasan buah menggunakan *edible film* diperoleh hasil bahwa buah tomat yang dibungkus dengan *edible film* dapat bertahan hingga 8 hari dari kerusakan berupa pembusukan.
6. *Edible film* dapat terurai setelah 35-40 hari. Lama waktu terjadinya degradasi

disebabkan oleh berbagai faktor yaitu banyaknya kandungan asam sitrat pada *edible film* yang diuji dan pengaruh sifat pati yang ditambahkan.

7. Lapisan *film* yang dihasilkan dari penelitian ini belum dapat dikategorikan sebagai edible film, karena belum dapat dikonsumsi karena bahan yang digunakan dalam penelitian bersifat teknik bukan bahan yang *food grade* serta belum adanya analisa yang mendukung untuk dapat dikonsumsi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ariska, R. E., dan Suyatno. 2015. *Pengaruh Konsentrasi Karagenan terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Edible Film dari Pati Bonggol Pisang dan Karagenan dengan Plasticizer Gliserol*. Prosiding Seminar Nasional Kimia. Surabaya. 3-4 Oktober.
- BPS Indonesia. 2016. *Badan Pusat Statistik Republik Indonesia Tanaman Pangan*. [http://www.bps.go.id/tnmn\\_pgn.phpp](http://www.bps.go.id/tnmn_pgn.phpp)
- Ghanbarzadeh, B., Almasi, H., dan Entezami, A. A. 2011. *Improving the barrier and mechanical properties of corn starch based edible films: effect of citric acid and carboxymethyl cellulose*. *Industrial Crops and Products*. 33(1):229–23.
- Gontard, N., Guilbert, N., dan Cuq, J. L. 1993. *Water and Glycerol as Plasticizer Affect Mechanical and Water Vapor Barrier Properties of an Edible Wheat Gluten Film*. *J. Food Science*.
- Handito, D. 2011. *Pengaruh Konsentrasi Karagenan terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Edible Film*. *Jurnal Agroteksos* Vol.21 No.2-3
- Herawan, C. D. 2015. *Sintesis dan Karakteristik Edible Film dari Pati Kulit Pisang dengan Penambahan Lilin Lebah (Beeswax)*
- Ihsan, F. 2016. *Pembuatan Nori dengan Pemanfaatan Kolang-Kaling Sebagai Bahan Substitusi Rumput Laut Jenis *Eucaema cottonii**. Padang. Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Andalas.
- Kawijia, W. A., dan Lestariana, S. 2017. *Studi Karakteristik Pati Singkong Utuh Berbasis Edible Film dengan Modifikasi Cross-Linking Asam Sitrat*. *Jurnal Teknologi Pertanian* Vol. 18 No. 2 143-152
- Kester, J. J. dan Fennema, O. 1989. *An Edible film of Lipid and Cellulose Ether: Barrier Properties to Moisture Vapor Transmission and Structural Evaluation*. *J. Food Sci*, Vol. 54: 1383-1389. In Perez-Gago, M. B. and Krochta, J. M., 1999.
- Kanani, N., Wardalia, Wardhono, E. Y., dan Rusdi. 2017. *Pengaruh Temperatur Pengeringan terhadap Swelling dan Tensile Strength Edible Film Hasil Pemanfaatan Pati Limbah Kulit Singkong*. *Jurnal Konversi* Vol. 6 No. 2
- Krochta and De Mulder Johnston. 1997. *Edible and Biodegradable Polymer Film: Changes & Opportunities*. *Food Technology* 51.
- Krochta, J. M. 1992. *Control of mass transfer in food with edible coatings and film*, p. 29-36 In Sing, R. O. dan M. A. Wirakartakusumah, *Advances in Food Engineering*. CRC Press. Boca Raton FL: 517-528.
- Krochta, J. M., Johnson, C. M., 1997, *Edible Film and Biodegradable Polymer Film Challenger and Opportunities*, *Journal Food Technology*, 51 ( 2 ); 6174.
- Kusumawati, D. H., dan Putri, W. D. R. *Karakteristik Fisik dan Kimia Edible Film Pati Jagung yang Diinkorporasi dengan Perasan Temu Hitam*. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 2013, Vol. 1, No. 1 p. 90-100.
- Mulyadi, S., E.S. Ningsih. dan A. Abbas. 2013. *Modifikasi Polipropilena Sebagai Polimer Komposit Biodegradable dengan Bahan Pengisi Pati Pisang dan Sorbitol sebagai Plastisizer*. Prosiding Semirata FMIPA. Universitas Lampung, Halaman 11p9-122.
- Olivato, J. B., Grossmann, M. V. E., Bilck, A. P., dan Yamashita, F. 2012. *Effect of organic acids as additives on the performance of thermoplastic starch/polyester blown films*. *Carbohydrate Polymers*. 90(1):159-164
- Purwadi, A., Usada, W., dan Isyuniarto. 2007. *“Pengaruh Lama Waktu Ozonisasi terhadap Umur Simpan Buah Tomat (*Lycopersicum Esculentum* Mill)*. Prosiding PPI-PDIPTN. Yogyakarta. 10 Juli.
- Rachmah, S. 2012. *Sintesis dan Karakteristik Kopolimer Pati Sagu (Sago Starch) dengan Agen Crosslink Asam Sitrat*. Jember. Fakultas MIPA, Universitas Jember.
- Richana, N. 2013. *Mengenai Potensi Ubi Kayu & Ubi Jalar*. Nuansa Cendikia : Bandung.
- Saleh, F. H. M., Nugroho, A. Y., dan Juliantama, M. R. 2017. *Pembuatan Edible Film dari Pati Singkong sebagai Pengemas Makanan*. *Jurnal Teknoin* Vol. 23 No. 43-48

- Setiani, W., Sudiarti, T., dan Rahmidar, L. 2013. *Preparasi dan Karakterisasi Edible Film dari Poliblend Pati Sukun-Kitosan*. Jurnal Valensi Vol. 3 No. 2
- Supeni, G. 2012. *Pengaruh Formulasi Edible Film dari Karagenan terhadap Sifat Mekanik dan Barrier*. Jurnal Kimia Kemasan Vol. 34 No. 2.
- Surdia, N.M., (2000), *Degradasi Polimer*, Majalah Polimer Indonesia, 3 (1), pp. 20-21.
- Winarno, F. G., 2002. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- Wulansari, W. 2016. *Analisis Pengaruh Variasi Komposisi Pati Bonggol Pisang, Antioksidan Jahe dan Gliserol terhadap Karakteristik Edible Film*. Malang: UIN Maulana Malik Ibrahim.